

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-275935

(43)公開日 平成10年(1998)10月13日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

E

C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-77817

(22)出願日 平成9年(1997)3月28日

(71)出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(72)発明者 伊藤 範和

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(72)発明者 中田 俊次

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(72)発明者 尺田 幸男

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(74)代理人 弁理士 河村 洵

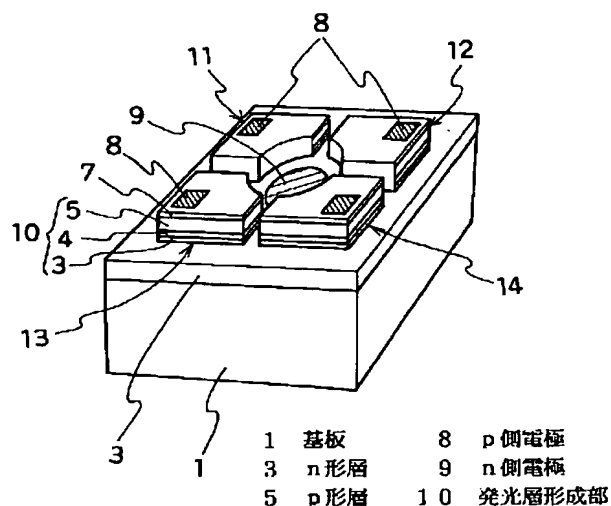
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体発光素子

(57)【要約】

【課題】 ドーパントの作用が充分でなく直列抵抗の大きい半導体層が用いられる半導体発光素子においてもチップ面積を大きくして輝度を上げることができる半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 基板1と、該基板上に第1導電形層(p形層5)および第2導電形層(n形層3)が積層され発光層を形成する発光層形成部10と、該発光層形成部の第1導電形層および第2導電形層にそれぞれ電氣的に接続して設けられる電極(p側電極8、n側電極9)とからなる発光素子チップを有し、前記電極の少なくとも第1導電形層に接続される第1の電極(p側電極8)は、前記第1導電形層の異なる場所に接続されるように複数個設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、該基板上に第 1 導電形層および第 2 導電形層が積層され発光層を形成する発光層形成部と、該発光層形成部の第 1 導電形層および第 2 導電形層にそれぞれ電気的に接続して設けられる電極とからなる発光素子チップを有し、前記電極の少なくとも第 1 導電形層に接続される第 1 の電極は、前記第 1 導電形層の異なる場所に接続されるように複数個設けられると共に、前記発光層形成部が、前記複数個設けられる第 1 の電極に対応するブロックに分割されてなる半導体発光素子。

【請求項 2】 基板と、該基板上に第 1 導電形層および第 2 導電形層が積層され発光層を形成する発光層形成部と、該発光層形成部の第 1 導電形層および第 2 導電形層にそれぞれ電気的に接続して設けられる電極とからなる発光素子チップを有し、前記電極の少なくとも第 1 導電形層に接続される第 1 の電極は、前記第 1 導電形層の異なる場所に接続されるように複数個設けられると共に、該複数個の電極がそれぞれ独立して設けられてなる請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 3】 前記発光層形成部がチツ化ガリウム系化合物半導体からなり、前記第 1 導電形層が p 形層である請求項 1 または 2 記載の半導体発光素子。

【請求項 4】 前記第 2 導電形半導体層に接続される第 2 の電極が前記発光素子チップの中心部に設けられ、前記第 1 の電極が該第 2 の電極の周囲に複数個設けられてなる請求項 3 記載の半導体発光素子。

【請求項 5】 前記第 2 導電形層に接続される第 2 の電極が前記発光素子チップの周縁部に設けられてなる請求項 3 記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、発光面積を大きくして輝度を大きくする半導体発光素子に関する。さらに詳しくは、たとえば青色系の発光素子などに用いられるチツ化ガリウム系化合物半導体のように、半導体層の抵抗が大きい半導体を用いられる場合に輝度を向上させ得る半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、青色系の光を発光する半導体発光素子のチップ（以下、LEDチップという）は、たとえば図 4 に示されるような構造になっている。すなわち、ウェハ状のサファイア基板 21 上にたとえば n 形の GaN がエピタキシャル成長された n 形層（クラッド層）23 と、バンドギャップエネルギーがクラッド層のそれよりも小さくなる材料、たとえば InGaIn 系（In と Ga の比率が種々変わり得ることを意味する、以下同じ）化合物半導体からなる活性層 24 と、p 形の GaN からなる p 形層（クラッド層）25 とが積層され、その表面の p 形層 25 に電気的に接続して p 側電極 28 が、積層された半導体層の一部がエッチングされて露出する n 形

層 23 と電気的に接続して n 側電極 29 が設けられることにより、LEDチップ 20 が形成されている。なお、p 側電極 28 からの電流を LEDチップの全体に広げるために、p 形層 25 の表面に光を通す薄い金属膜からなる電流拡散層が設けられることがある。

【0003】 この LEDチップは、p 側電極と n 側電極との間に順方向の電圧が印加されることにより、その活性層にキャリアの閉込めが生じ発光する。この発光量は電流を多くしてキャリアの閉込め量を多くすることにより大きな輝度で発光する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 前述のような青色系の半導体発光素子に用いられるチツ化ガリウムのような半導体材料は、ドーパントのドーピングが充分に行われず、その直列抵抗が大きくなりやすい。とくに p 形のドーパントはドーパントとして充分に作用せず、熱損失が発生しやすい。そのため、電圧を高くしてもある値を超えると輝度が充分に上らず、発熱による半導体層の劣化などの信頼性上の問題が発生する。

【0005】 一方、LEDチップの面積を大きくして広い範囲で発光させようとする、前述のように、とくに p 形層のドーパント作用が充分ではないため、電流が充分に LEDチップの全体に広がらない。しかし、表面側から光を取り出すため、光を遮断する電極を全面に設けることができず、電流拡散層を設けるだけでは、電流分布が不均一になって発光分布も不均一になり、充分に輝度の向上を図れない。また、LEDチップを複数個マウントし、並列に接続して動作させようとする、マウントが複雑になり、組立工数が増加すると共に、前述のようなサファイア基板が用いられる場合にはそのチップへの切断分離が大変であるのに切断分離したチップを複数個並べてマウントするのはムダで、コストアップになるという問題がある。

【0006】 本発明はこのような状況に鑑みてなされたもので、ドーパントの作用が充分でなく直列抵抗の大きい半導体層が用いられる半導体発光素子においてもチップ面積を大きくして輝度を上げることができる半導体発光素子を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明による半導体発光素子は、基板と、該基板上に第 1 導電形層および第 2 導電形層が積層され発光層を形成する発光層形成部と、該発光層形成部の第 1 導電形層および第 2 導電形層にそれぞれ電気的に接続して設けられる電極とからなる発光素子チップを有し、前記電極の少なくとも第 1 導電形層に接続される第 1 の電極は、前記第 1 導電形層の異なる場所に接続されるように複数個設けられると共に、前記発光層形成部が、前記複数個設けられる第 1 の電極に対応するブロックに分割されている。ここに発光層形成部の分割とは、発光層形成部を構成する全ての半導体層が分

割されていることを意味するのではなく、たとえば第1導電形層だけが分割されているものも含む。

【0008】このようにすることにより、チップ面積が大きくなって電流の拡散が充分に行われにくい場合でも、電極が複数個設けられるため発光層形成部の全体に電流が流れ、チップ面積の全体で均一に発光して、複数個のチップが並列接続されたのと同様に輝度が向上する。しかも1チップであるため、組立ても非常に簡単に行われる。

【0009】本発明の半導体発光素子の他の形態は、前述のように、第1の電極が前記第1導電形層の異なる場所に接続されるように複数個設けられると共に、該複数個の電極がそれぞれ独立して設けられている。そうすることにより、各電極ごとに独立して電圧を供給することができ、発光層形成部が対応する電極ごとに分割されていなくても、抵抗が小さいところに電流が集中するということがなく、全体で均一に発光し輝度が向上しやすい。

【0010】ここに複数個の電極が独立して設けられるとは、チップの状態では配線などにより接続されていないことを意味し、ワイヤボンディングなどにより並列に接続されることは構わない。

【0011】前記発光層形成部が窒化ガリウム系化合物半導体からなり、前記第1導電形層がp形層であれば、p側電極が複数個設けられることにより、とくにドーパントが作用しにくい窒化ガリウム系化合物半導体のp形層の全体に電流を流しやすくなり、高輝度の発光に寄与する。この場合、n形層に接続される第2の電極が前記発光素子チップの中心部に設けられ、前記第1の電極が該第2の電極の周囲に複数個設けられたり、第2の電極がLEDチップの周縁部に設けられてもよい。

【0012】ここに窒化ガリウム系化合物半導体とは、III族元素のGaとV族元素のNとの化合物またはIII族元素のGaの一部がAl、Inなどの他のIII族元素と置換したものおよび／またはV族元素のNの一部がP、Asなどの他のV族元素と置換した化合物からなる半導体をいう。

【0013】

【発明の実施の形態】つぎに、図面を参照しながら本発明の半導体発光素子について説明をする。図1には、青色系の発光に適した窒化ガリウム系化合物半導体層をサファイア基板上に積層された本発明の半導体発光素子の一実施形態の1チップの状態の斜視説明図が示されている。

【0014】本発明の半導体発光素子は、図1に示されるように、たとえばサファイア(Al₂O₃単結晶)などからなる基板1上に第1導電形層(p形層)5および第2導電形層(n形層)3が積層され発光層を形成する発光層形成部10と、該発光層形成部10の第1導電形層(p形層)5および第2導電形層(n形層)3にそれ

ぞれ電気的に接続して設けられる電極(p側電極8およびn側電極9)とからLEDチップが形成されている。そして、前記電極の少なくともp形層5に接続されるp側電極8(第1の電極)は、p形層5の異なる場所に接続されるように複数個設けられると共に、前記発光層形成部10が、前記複数個設けられるp側電極8に対応するブロックに分割されている。この複数個の電極8は、絶縁膜などを介した配線により接続されていてもよい。

【0015】ここに第1導電形層や第2導電形層に電気的に接続されるとは、直接第1導電形層や第2導電形層に電極が設けられる場合のみではなく、図1に示されるように薄い金属層からなる電流拡散層7を介して電極が設けられたり、その導電形と同じ導電形の他の半導体層(たとえばp形層5上に設けられるp形ウインドウ層(図示せず)や、n形層3側に設けられるバッファ層(図示せず)や導電性基板からなる基板など)が発光層形成部の上下に設けられてその半導体層などを介して設けられる場合も含む意味である。

【0016】図1に示される例では、1チップの一辺の長さがたとえば720μm程度と通常の青色系のLEDチップの2倍程度(面積で4倍程度)に大きく形成されると共に、発光層形成部10がn形層3に至るまでのエッチングにより、4つのブロック11、12、13、14に分割されている。この4つのブロック11~14は基板1およびn形層3により連結されており、全体で1チップになっている。そして、それぞれのブロックのp形層5上に薄い金属膜からなる電流拡散層7を介してp側電極8が設けられると共に、LEDチップの中心部で4つのブロックに跨がるように発光層形成部10がエッチングされてn形層3を露出させ、その露出するn形層3にn側電極9が形成されている。すなわち、n側電極9は4つのブロックに共通して1個設けられており、p側電極8は4つのブロック11~14のそれぞれに設けられている。なお、電流拡散層7は設けられなくてもよいし、各ブロックのp側電極8は絶縁膜を介した配線により連結されていてもよい。

【0017】発光層形成部10は、たとえばGa₂Nからなる低温バッファ層、クラッド層となるn形のGa₂Nおよび／またはAlGa₂N系(AlとGaの比率が種々変わり得ることを意味する、以下同じ)化合物半導体の積層構造からなるn形層3、バンドギャップエネルギーがクラッド層のそれよりも小さくなる材料、たとえばInGa₂N系化合物半導体からなる活性層4、およびp形のAlGa₂N系化合物半導体層および／またはGa₂N層からなるp形層(クラッド層)5が、サファイア(Al₂O₃単結晶)などからなる基板1上にそれぞれ順次積層されることにより構成されている。

【0018】この半導体発光素子を製造するには、たとえば有機金属化学気相成長法(MOCVD法)により、

反応ガスおよび必要なドーパントガスを導入してn形層3を1~5 μm 程度、活性層4を0.05~0.3 μm 程度、およびp形層5を0.2~1 μm 程度、それぞれエピタキシャル成長する。ついで、NiおよびAuを蒸着してシンターすることにより、メタル層などからなる電流拡散層7を2~100nm程度形成する。

【0019】その後、電流拡散層7の表面にレジスト膜などを設けてパターニングをし、電流拡散層7および積層された半導体層3~5（発光層形成部10）の一部をエッチングして図1に示されるように、LEDチップの中心部およびチップの周縁部と、たとえば4つのブロックに分割するための十字の溝が形成されるようにn形層3を露出させる。このエッチングは、塩素ガスなどによる反応性イオンエッチングにより行うことができる。この周縁部をエッチングするのは、各チップへのブレードを容易にするためのもので、中心部のエッチングはn側電極9を設けるためのものである。この中心部の露出したn形層3の表面に、n側電極9の形成のための金属のTiおよびAlをそれぞれ0.1 μm 程度と0.3 μm 程度ずつ真空蒸着などにより成膜してシンターし、さらにp側電極8のために図示しないSiNなどの保護膜の一部を除去してTiとAuをそれぞれ真空蒸着して積層することにより、上部電極8および下部電極9を形成する。

【0020】本発明によれば、半導体層でドーパントが作用をしにくく抵抗が大きい場合でも、その半導体層側に接続される電極が1チップ内で複数個設けられると共に、発光層形成部10もその電極8に対応して分割されているため、チップ全体に電流を広げやすい。すなわち、たとえばチ化ガリウム系化合物半導体が用いられる青色系の半導体発光素子では、とくにp形層でドーパントの作用が弱く、十分にキャリア濃度を上げることができないこと、p形層は発光面側に設けられるため、光の吸収を抑えるためからも厚く形成できないことなどのため電流の拡散が充分に行われないうえ、本発明の複数個の電極が設けられることにより、LEDチップの全体に効率的に電流を拡散させることができる。しかも、発光層形成部10も分割されているため、小さいチップが集合したのと同様で、全体に電流が広がりやすい。一方、n形層では、比較的ドーパントが入りやすいことと、厚くしやすいことのため、余り半導体層の抵抗が問題にならず、図1に示されるように、n形層に接続されるn側電極9は1チップ内で1個にすることにより、電極面積を節約することができ、別々のLEDチップを寄せ集めるより表面積を効率的に利用することができる。その結果、チップの全体で均一に発光し、チップ面積を大きくすることにより、輝度を高くすることができる。

【0021】なお、p側電極8は全て、または複数個を連結して電源側に接続することもできるし、それぞれ別々に独立させて別個の電源に接続させることもできる。

別個の電源に接続すれば、発光層のブロックのどれかに抵抗の小さいのがあっても、そこに電流が集中することがなく、一層発光が均一化されて輝度が向上する。

【0022】図1に示される例では、p側電極8が設けられるブロックごとに発光層形成部10が分割されると共に、LEDチップの中心部にn側電極9が設けられている。この構成にすることにより、n側電極9を小さい面積で形成しながらLEDチップ内全面に均一に電流を流すのに都合がよいが、図2に示されるように、LEDチップの周縁部にn側電極9が設けられてもよい。前述のように、LEDチップの周縁部には、チップへのブレードを容易にするためのエッチングがなされてn形層3が露出しているため、その幅を少し広くするだけでn側電極9を形成することができ、表面積を殆ど減すことなくn側電極9が形成される。なお、この場合、各ブロックごとにn側電極9およびp側電極8が離れた位置で対応するように設けられる方が電流が広がりやすいため、図2に示されるようにp側電極8はLEDチップの中心部で、分割された各ブロックごとに設けられることが好ましい。この場合も前述と同様に、チップ面積が大きくなっても部分的に電流が集中することがなく、均一で高輝度の発光をさせることができる。なお、図1と同じ部分には同じ符号を付してその説明を省略する。

【0023】図1~2に示される例では、p側電極が複数個設けられ、そのp側電極に応じて発光層形成部10が分割されていたが、図3に示されるように、発光層形成部10は分割されないで、積層された半導体層の表面または電流拡散層などを介して点在的に複数個の電極が設けられてもよい。この構造にすれば電極から離れて電流が流れにくくなる部分に別の電極が設けられることになり、広いチップ内で均等に電流を流すことができる。さらに、p側電極の各々を並列に接続しないで、別々に電圧を印加させることにより、半導体層の一部に抵抗の低いところがあってもその部分に電流が集中することなくチップ内に全体に亘って電流を流すことができる。なお、図3において図1~2と同じ部分には同じ符号を付してその説明を省略する。

【0024】なお、前述の各例は、半導体層をチ化ガリウム系化合物半導体が発光層形成部として用いられる例であったが、チ化ガリウム系化合物半導体は半導体層の抵抗が大きいため効果が大きい。しかし、他の半導体層が用いられる半導体発光素子にも適用できる。さらに、発光層形成部としてn形層とp形層とにより活性層が挟持されるダブルヘテロ接合構造であったが、n形層とp形層とが直接接合するpn接合構造のものでもよい。

【0025】

【発明の効果】本発明によれば、電極が複数個設けられることにより、電流を十分に拡散させることができるため、チップ面積を大きくすることができ、高輝度の発光

素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の半導体発光素子の一実施形態の斜視説明図である。

【図 2】図 1 の半導体発光素子の変形例を示す斜視説明図である。

【図 3】本発明の半導体発光素子の他の実施形態の斜視説明図である。

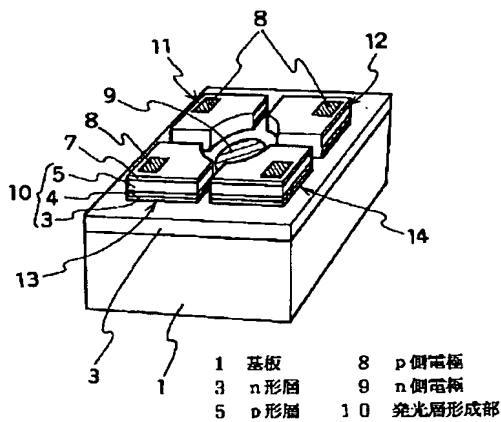
【図 4】従来の半導体発光素子の一例の斜視説明図であ

る。

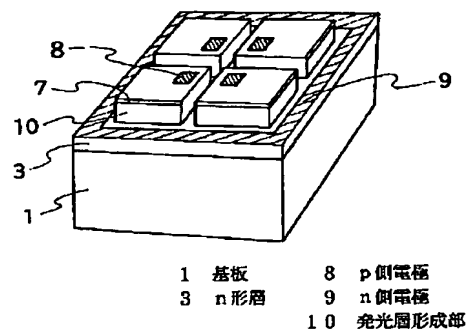
【符号の説明】

- 1 基板
- 3 n 形層
- 5 p 形層
- 8 p 側電極
- 9 n 側電極
- 10 発光層形成部

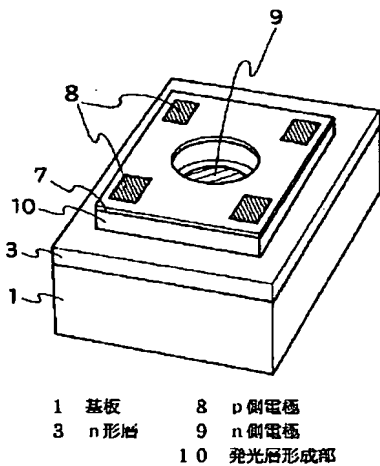
【図 1】



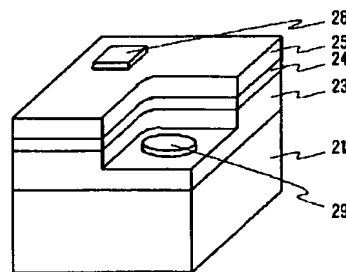
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72) 発明者 園部 雅之
京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株
式会社内

(72) 発明者 筒井 毅
京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株
式会社内